



UNIVERSIDAD DE LA RIOJA

TRABAJO FIN DE ESTUDIOS

Título

Comparación entre vinificación tradicional y fermentación en barrica de acacia de vinos blancos Macabeo (Viura)

Autor/es

IRENE GÓMEZ AROCA

Director/es

ZENAIDA GUADALUPE MÍNGUEZ y M^a BELEN AYESTARÁN ITURBE ,

Facultad

Facultad de Ciencia y Tecnología

Titulación

Grado en Enología

Departamento

AGRICULTURA Y ALIMENTACIÓN

Curso académico

2018-19



Comparación entre vinificación tradicional y fermentación en barrica de acacia de vinos blancos Macabeo (Viura), de IRENE GÓMEZ AROCA

(publicada por la Universidad de La Rioja) se difunde bajo una Licencia Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-SinObraDerivada 3.0 Unported.

Permisos que vayan más allá de lo cubierto por esta licencia pueden solicitarse a los titulares del copyright.

© El autor, 2019

© Universidad de La Rioja, 2019

publicaciones.unirioja.es

E-mail: publicaciones@unirioja.es



UNIVERSIDAD DE LA RIOJA

Facultad de Ciencias, Estudios Agroalimentarios e Informática

TRABAJO FIN DE GRADO

Grado en Enología

Comparación entre vinificación tradicional y
fermentación en barrica de acacia de vinos
blancos de Macabeo (Viura)

A Comparison between Traditional Vinification and Acacia
Wood Barrel Fermentation of Macabeo White Wines (Viura)

Alumno:

Irene Gómez Aroca

Tutoras:

M^a Belén Ayestarán Iturbe

Zenaida Guadalupe Mínguez

Logroño, junio 2019

ÍNDICE

ÍNDICE DE TABLAS	3
ÍNDICE DE FIGURAS	3
RESUMEN	4
ABSTRACT.....	4
1. INTRODUCCIÓN.....	6
1.1. LA DENOMINACIÓN DE ORIGEN PROTEGIDA JUMILLA	6
1.2. LA SUPERFICIE DE VIÑEDO EN LA D.O.P JUMILLA	7
1.3. VARIEDADES BLANCAS AUTORIZADAS EN LA D.O.P JUMILLA.....	7
1.4. LA VARIEDAD MACABEO.....	8
1.5. ELABORACIÓN DE VINOS BLANCOS	9
1.5.1. DEPÓSITO INERTE: FERMENTACIÓN DEL MOSTO BLANCO Y CONSERVACIÓN DEL VINO BLANCO	9
1.5.2. BARRICA: FERMENTACION DEL MOSTO BLANCO Y CONSERVACION DEL VINO BLANCO.....	10
1.5.3. LA CRIANZA DEL VINO BLANCO EN BARRICAS.....	10
1.6. EL AROMA DE LOS VINOS	12
1.6.1. EL PATRÓN AROMÁTICO DE LOS VINOS BLANCOS.....	13
1.6.2. LOS AROMAS VARIETALES	15
1.6.3. LOS AROMAS DE LA BARRICA DE ACACIA	17
2. OBJETIVOS.....	19
3. MATERIALES Y MÉTODOS.....	20
3.1. MATERIALES UTILIZADOS	20
3.2. VINIFICACIONES EN BLANCO.....	20
3.3. ANÁLISIS DE LOS PARÁMETROS GENERALES EN MOSTOS Y VINOS	21
3.4. ANÁLISIS DE LOS COMPUESTOS VOLÁTILES	22
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	26
4.1. ANÁLISIS DEL DESARROLLO DE LA FERMENTACIÓN	26
4.2. PARÁMETROS ENOLÓGICOS GENERALES	27
4.3. ANÁLISIS DE COMPUESTOS VOLÁTILES.....	28
4.4. RESULTADO DEL ANÁLISIS SENSORIAL	34
4.4.1. FASE GUSTATIVA.....	34
4.4.2. FASE OLFATIVA	35
4.4.3. CATA HEDÓNICA	35
5. CONCLUSIONES	37
6. BIBLIOGRAFÍA	38

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Patrón aromático de los vinos blancos.	14
Tabla 2: Métodos de análisis realizados en el mosto	22
Tabla 3: Ficha de cata usada en el análisis sensorial	24
Tabla 4: Resultados parámetros enológicos generales.....	27
Tabla 5: Concentración en µg/L compuestos volátiles	30

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Imagen de la D.O.P Jumilla	6
Figura 2: Racimo y hoja de la variedad Macabeo	9
Figura 3: Fenómenos durante la estancia en bodega	11
Figura 4: Diagrama de las fermentaciones seguidas	20
Figura 5: Evolución de la fermentación	26
Figura 6: Compuestos volátiles totales.	28
Figura 7: Distribución por familias de compuestos volátiles	29
Figura 8: Diagrama radial de la fase gustativa en el análisis sensorial	34
Figura 9: Diagrama radial de la fase olfativa en El análisis sensorial ..	35
Figura 10: Sumatorio preferencias cata hedónica.....	36

RESUMEN

La creciente demanda de los vinos blancos de la variedad Macabeo en la Región de Murcia ha hecho que se busquen alternativas a la elaboración clásica. Algunas consisten en el uso de diferentes tipos de madera en barricas de elaboración.

Entre las diferentes maderas usadas, encontramos una nueva madera en fase de prueba como es la madera de acacia. En el presente trabajo se realizó una experimentación con un vino blanco de la variedad Macabeo fermentado en una barrica de acacia nueva, con el fin de encontrar el potencial diferenciador que ésta podía aportarle al vino. Se compararon dos vinos con diferentes elaboraciones, uno de ellos fermentado en un depósito de acero inoxidable y otro en la barrica de acacia.

La elaboración se llevó a cabo en una de las bodegas pertenecientes a la DOP Jumilla, en la Región de Murcia. La evaluación de los compuestos volátiles se realizó mediante cromatografía gaseosa con detector de masas (GC-MS) previa extracción líquido-líquido. La cata se llevó a cabo por un panel de 16 catadores especializados en la sala de catas de la Universidad de La Rioja.

La fermentación en la barrica de acacia no produjo ninguna modificación en los parámetros enológicos generales (pH, acidez total, grado alcohólico y acidez volátil). Tampoco se encontraron diferencias en la composición volátil, pero sí en la cata.

Se identificaron 39 compuestos volátiles sin ninguna diferencia en ambos vinos. En la cata hedónica se dio una mayor preferencia al vino fermentado en la barrica.

ABSTRACT

The growing demand of white wines belonging to the Macabeo variety in Murcia has led to look for new alternatives different from the classic ones. The use of different kinds of wood barrels is one of the most popular features of these new alternatives.

Among all the types of wood barrels, we find one which is currently in the testing stage. It is the acacia wood.

The present paper seeks to find the potential differentiating factors that this kind of wood could give the wine. For it, an experiment was done to compare two wines with different production characteristics. One of them was fermented in a stainless-steel tank, whereas the other one was fermented in a barrel made of acacia wood.

The production stage was carried out in a wine warehouse belonging to the Jumilla Denomination of Origin, located in Murcia.

Afterwards, the analysis of the volatile compounds was done by means of gas chromatography with a mass detector (GC-MS). Before it, a liquid-liquid extraction was done.

The results showed that the wine produced in the acacia wood barrel did not suffer any modification of oenological parameters (PH, titratable acidity, alcoholic strength and volatile acidity). There was no significant difference in the volatile composition. However, we did find remarkable differences in the wine tasting stage.

30 of the volatile compounds happened to be identical in both wines. During this tasting stage, most of the tasters chose the wine produced in the acacia wood barrel over the one produced in the stainless-steel tank.

1. INTRODUCCIÓN

1.1. LA DENOMINACIÓN DE ORIGEN PROTEGIDA JUMILLA

La producción de vinos en la Denominación de Origen protegida (D.O.P) Jumilla tiene una tradición significativa desde hace varios siglos. Los romanos ya cultivaban la viña en esta zona, de hecho, en Jumilla se han encontrado restos de *Vitis Vinífera* datados en el año 3.000 a. C., además de utensilios y restos arqueológicos utilizados para la elaboración de vino.

A mediados del siglo XIX, cuando la plaga de la filoxera castigó las plantaciones vitivinícolas en Francia, es cuando despega de forma espectacular el sector del vino en Jumilla. En esta época se amplía considerablemente la superficie cultivada de viñedo y se incrementa la exportación de mosto y vino a Francia. Este auge hace que el sector agrario de Jumilla y las poblaciones colindantes se convierta en la principal fuente de riqueza de la zona.

La denominación de origen protegida Jumilla es una de las más antiguas registradas. Data del 1961, aunque su primera reglamentación es del año 1966.

La D. O. P. Jumilla Está situada en el sureste español, a una altitud entre 300-500 metros. Es una zona caracterizada por amplios valles y planicies, marcada por la presencia de montañas. Queda repartida a lo largo de dos comunidades autónomas como son Castilla la Mancha y la Región de Murcia, contando con siete municipios inscritos dentro de la denominación: Jumilla, Fuente Álamo, Hellín, Albatana, Ontur, Tobarra y Montealegre del Castillo (Figura 1).



Figura 1: Imagen de la D.O.P Jumilla

El clima de la zona es de tipo continental, atenuado por la proximidad del mar Mediterráneo, con marcado carácter árido, siendo uno de los principales problemas climáticos la pluviometría. El régimen de lluvias es muy irregular, presentado largos periodos de sequía. Además, éstas se producen principalmente en primavera y otoño, siendo el índice pluviométrico medio de 300 mm/año. Las lluvias se producen en ocasiones de forma torrencial, por lo que pueden causar daños en los cultivos.

En cuanto a las temperaturas, nos encontramos unas medias anuales elevadas, 16 °C, con un salto térmico entre las temperaturas máximas y mínimas bastante grande. El peligro de heladas suele estar presente entre los meses de noviembre a marzo y excepcionalmente en abril u octubre.

El suelo es pardo, pardo calizo y calizo con costra caliza, y en general, se caracteriza por poseer una gran capacidad hídrica y mediana permeabilidad, lo que permite a las viñas subsistir en condiciones de sequía prolongada.

1.2. LA SUPERFICIE DE VIÑEDO EN LA D.O.P JUMILLA

La denominación de origen cuenta con un total de 19.000 hectáreas repartidas por los siete municipios. La mayoría de su superficie corresponde a la variedad tinta Monastrell, con un 80%. El resto de la superficie está repartido entre las otras 15 variedades minoritarias autorizadas por la denominación.

La superficie la encontramos repartida de la siguiente manera (<https://vinosdejumilla.org/>), siendo Jumilla la localidad que se encuentra a la cabeza en superficie de viñedo plantada:

- Albatana: 610 ha.
- Fuentealamo: 3586 ha.
- Hellín: 1895 ha.
- Jumilla: 9986 ha.
- Montealegre: 4442 ha.
- Ontur: 1544 ha.
- Tobarra: 2937 ha.

1.3. VARIEDADES BLANCAS AUTORIZADAS EN LA D.O.P JUMILLA

En la D.O.P Jumilla encontramos ocho variedades blancas autorizadas por el pliego de condiciones que rige a dicha denominación regulado por la Ley 6/2015 de 12 de mayo de 2015 y desarrollado en el Real Decreto

267/2017. Estas variedades son: Airén, Macabeo, Chardonnay, Sauvignon Blanc, Pedro Ximénez, Moscatel de grano menudo y Verdejo.

De todos los kilos de uva producidos para la denominación (78.217.519 kilos), solo encontramos un 4% de variedades blancas, entre las cuales la mayoritaria es la Airén tras el Macabeo.

El cultivo de Macabeo se suele realizar en régimen extensivo, con una producción máxima admitida de 5.625 kilos por hectárea, equivalentes a 41,62 hectólitros de vino (rendimiento máximo admitido del 74 %); o bien en régimen intensivo, con una producción máxima admitida de 8.750 kilos por hectárea, equivalentes a 64,75 hectólitros de vino (rendimiento máximo admitido del 74 %).

1.4. LA VARIEDAD MACABEO

Macabeo es una variedad de origen español, presente en la mayor parte de las D.O. con numerosas sinonimias. Según la Orden APA/1819/2007, de 13 de junio (BOE del día 21), esta variedad autorizada y recomendada para uva de vinificación en Aragón, Comunidad Valenciana, Extremadura, Región de Murcia, País Vasco, Castilla-La Mancha, La Rioja, Aragón, Castilla y León y Cataluña. Por otro lado, las comunidades autónomas en las que está autorizada pero no está recomendada ni se usan en la vinificación son Andalucía, Baleares, Galicia, Comunidad de Madrid y Navarra.

El origen de esta variedad es controvertido, en parte posiblemente por la detección tardía de la sinonimia entre Viura y Macabeo. En “La ampelografía Universal” de Ordart (1859) se plantea la teoría de que procede de Asia menor. Por otro lado, la primera cita de Macabeo indica que su origen podría estar en los Pirineos franceses y de allí habría pasado a Cataluña. Manso de Zuñiga (1905) admite que procede de Aragón. Larrea (1978) también dice que su origen es aragonés, de la zona de los Pirineos.

Hidalgo (2011) señala que la variedad Macabeo parece ser originaria de España, desde donde se habría propagado al sur de Francia.

Morfológicamente posee hojas de color verde brillante con el envés lleno de lanas, tamaño grande, orbicular, peciolo corto con el seno peciolar en forma de V sin la superposición de los lóbulos (Figura 2).

El racimo es de tamaño mediano con compacidad muy alta y de forma cónica y alargada.

Entre sus características agronómicas destaca su porte erguido, brotación tardía y maduración media-tardía. Es una variedad rústica,

con buena adaptación a multitud de climas, aunque hay que evitar los climas demasiado frescos y húmedos, lo que hace de la región de Murcia un ambiente idóneo para su cultivo.

Debido a su fertilidad y productividad elevadas, se recomienda podas cortas. Para mantener la calidad es importante controlar su rendimiento y excesivo vigor, limitando los factores que intentan favorecerlo como puede ser el uso de riego o abonos nitrogenados (Cabello Sáenz de Santa María, 2011).



Figura 2: Racimo y hoja de la variedad Macabeo

Los vinos blancos de la variedad Macabeo se caracterizan por aromas limitados, destacando la manzana verde y también algún herbáceo. La variedad tiene un sabor ligeramente astringente, con un correcto equilibrio entre acidez y alcohol. Dicha variedad es apta para la fermentación en barrica, por su alta resistencia a la oxidación (Cabello Sáenz de Santa María, 2011).

Lo citado anteriormente presenta una contradicción porque, según Hidalgo (2011), esta variedad no presenta gran afinidad por la madera, sobre todo sometida a crianza en barrica tradicional, donde su exceso deseca el vino y enmascara el potencial aromático, aunque existen algunos resultados interesantes cuando se fermenta en barrica.

1.5. ELABORACIÓN DE VINOS BLANCOS

1.5.1. DEPÓSITO INERTE: FERMENTACIÓN DEL MOSTO BLANCO Y CONSERVACIÓN DEL VINO BLANCO

Los vinos blancos, en su mayoría, son elaborados en depósitos inertes de acero inoxidable de diferentes capacidades llenos con mosto procedente del proceso de desfangado. Es imprescindible tener en cuenta el nivel del

llenado del depósito para evitar posibles derrames y desbordamientos por formaciones de espuma, y el nivel de llenado nunca debe de sobrepasar el 95% de la capacidad del depósito.

Las condiciones que se dan en este tipo de depósitos se consideran las condiciones idóneas ya que se evitan oxidaciones y posibles contaminaciones del vino con microorganismos, además de un adecuado control de la temperatura gracias a los dispositivos instalados en la parte exterior de los depósitos.

Hoy en día, y ante el surgimiento de nuevas técnicas de vinificación en blancos, el depósito de acero inoxidable sigue siendo el más utilizado.

En la fermentación de mostos blancos en el depósito de acero inoxidable es de vital importancia conocer desde el punto de vista cualitativo y especialmente desde el aspecto aromático las características del mosto, las cuales marcarán los distintos tipos de procedimientos a seguir.

Los mostos suelen ser inoculados con levaduras debidos al empobrecimiento que sufren cuando se someten al proceso de desfangado. Además de la inoculación con levaduras secas activas, los mostos blancos suelen ser tratados con activadores de fermentación y con bentonita o similares.

En este tipo de depósitos se consigue el control de la temperatura. Este control se hace con las camisas que se sitúan alrededor de toda la superficie externa del depósito. Con ellas evitamos los cambios bruscos de temperatura y poder controlar la marcha de la fermentación alcohólica.

1.5.2. BARRICA: FERMENTACION DEL MOSTO BLANCO Y CONSERVACION DEL VINO BLANCO

Otra de las técnicas utilizadas en la vinificación en blancos es la fermentación del mosto en barricas.

La fermentación en barricas ayuda a mejorar el vino en color, aroma y sabor. La calidad se ve afectada por el tipo de madera, el nivel de tostado y la variedad de uva usada en la obtención del vino.

La fermentación se debe realizar en lugares frescos debido a la imposibilidad de refrigerar las barricas. Además, no esta indicado el uso de bentonita.

1.5.3. LA CRIANZA DEL VINO BLANCO EN BARRICAS

Durante la estancia del vino en la bodega se producen una serie de fenómenos químicos, físicos o incluso biológicos que logran, por una

parte, la estabilización natural de los mismos y, por otra parte, una serie de cambios y mejoras en sus caracteres sensoriales. Todos estos sucesos se producen de manera simultánea, por lo que pueden influir unos sobre los otros, y además algunos pueden ser modificados y controlados por el enólogo (Hidalgo, 2011).

Los fenómenos que ocurren durante la estancia del vino en la bodega se resumen en la Figura 3:

- Entrada de aire u oxígeno a través de la madera.
- Pérdida de vino a través de la madera.
- Precipitación de diversas sustancias.
- Formación de ésteres.
- Cesión de sustancias contenidas en la madera.



Figura 3: Fenómenos durante la estancia en bodega, Hidalgo 2011

Tradicionalmente esta técnica era llevada a cabo en Borgoña en bodegas de pequeña capacidad y, especialmente, con mostos de la variedad Chardonnay. Las prestaciones sensoriales que esta técnica ofrece han hecho que se haya extendido a otras zonas vitícolas y con otras muchas variedades (Bueno, 2006).

Durante la fermentación en bodega, y por el movimiento continuo de las lías, se produce una autólisis enzimática de las paredes celulares, liberando manoproteínas. Estos polisacáridos como tales o combinados con los polifenoles le comunican al vino en la boca una sensación grasa y de volumen.

En general los vinos blancos envejecidos o bien fermentados en bodega, precisan una bodega poco porosa o de grano medio a grueso, para evitar una excesiva entrada de oxígeno, y también una elevada cesión de componentes polifenólicos de la madera.

En este tipo de vinos blancos, la madera de las bodegas puede ser más nueva y de poro más abierto, ya que las lías del vino impiden su oxidación

y los aromas de la madera resultan mejor fundidos con los del vino (Hidalgo, 2011).

1.6. EL AROMA DE LOS VINOS

El vino contiene numerosas sustancias necesariamente volátiles, que tienen olor, y se denominan sustancias olorosas u odoríferas, compuestas por diversos grupos químicos. Estas sustancias se desprenden gracias a su propia volatilidad, la sucesión de olores percibidos se corresponde con las diferentes volatilidades de los distintos compuestos. La mayoría de los constituyentes químicos del vino generan más sensaciones gustativas que olfativas; sin embargo, los constituyentes minoritarios o que se encuentran en trazas son los que producen las características aromáticas distintivas de un vino.

Todas las sensaciones sentidas durante la degustación están causadas por moléculas químicas ya que estas son el objetivo de nuestros sentidos químicos, que son los que después de un complicado procesamiento cerebral de la información, nos hacen percibir y sentir olores.

El aroma estará condicionado en primer lugar por el aroma primario, procedente de la variedad, si bien muchos de estos se pierden en la fermentación por el arrastre con el gas carbónico y en segundo lugar por la manipulación de los vinos durante sus primeros meses de vida en los que se expone al contacto con el aire.

La transformación de los aromas primarios en un aroma final definido se produce gracias a ciertas reacciones químicas (oxidación, condensación...) y a la evolución de los aromas hacia matices más complejos y un aroma más homogéneo y estable.

Las levaduras presentes en las fermentaciones elaboran sustancias volátiles y aromáticas a partir de una pequeña cantidad de azúcares y de ciertos compuestos inodoros presentes en la uva. Muchas de éstas tienen la capacidad de ser percibidas, incluso, en contenidos muy débiles. En efecto, los aromas presentes en los vinos proceden esencialmente de pequeñas cantidades de moléculas que exaltan el olfato.

El aroma de los vinos no se puede describir fácilmente, normalmente se puede encontrar uno dominante, pero una mezcla equilibrada de varios olores se puede expresar en el olfato de muchas formas diferentes (Peynaud y Blouin, 2011).

Según Méndez (2009), la clasificación básica de los aromas que encontramos en los vinos es la siguiente:

- Aromas primarios varietales o específicos: son aquellos que pasan sin alteración desde la uva hasta el vino, siendo entonces denominados aromas varietales puros. O bien si han surgido durante la fermentación alcohólica del mosto, y procedentes de una sustancia precursora existente en vendimia, denominándose entonces aromas varietales fermentativos.
- Aromas primarios fermentativos o no específicos: corresponden a aquellas sustancias que aparecen durante los procesos microbianos de la elaboración del vino, y que manifiestan unos caracteres agradables o de juventud.
- Aromas secundarios fermentativos: son aquellos compuestos formados en los mismos procesos microbianos, comunicando al vino, bien unos caracteres olfativos no desagradables de carácter neutro, o por el contrario en otros casos olores desagradables, donde entonces pertenecen al apartado de olores defectuosos. Este aroma de fermentación puede ser intenso y muy agradable, pero es fugaz y no es suficiente para asegurar las características organolépticas de un vino.
- Aromas terciarios o de crianza: propios de aquellos vinos sometidos a un proceso de evolución o crianza según prácticas tradicionales, tales como la crianza oxidativa.

1.6.1. EL PATRÓN AROMÁTICO DE LOS VINOS BLANCOS

La definición de los aromas percibidos es bastante complicada realizarla, pues el sentido del olfato en los humanos no está muy desarrollado, por lo que generalmente, se acude a compararlos con olores cotidianos definiéndose como “descriptores aromáticos” según las siguientes familias: floral, frutal, vegetal, fruto seco, especias, empireumático, mineral y animal (Hidalgo, 2011) (Tabla 1).

Tal y como afirman Castillo y Casal del Rey (2001), el patrón característico de los vinos blancos consiste en la identificación de los distintos aromas y su correspondencia con la sustancia odorífera implicada. Para ello cada tipo de vino cuenta con un patrón característico. Los catadores experimentados emplean una gran variedad de descriptores asociados a una molécula odorante, previamente conocida para la descripción del perfil aromático de los vinos.

No todos los aromas que podemos identificar en un vino se asocian a una molécula específica, sino que muchos de ellos son el resultado de la combinación de varias moléculas o interpretaciones de recuerdos aromáticos de cada catador.

Tabla 1: Patrón aromático de los vinos blancos. Hidalgo, 2011

Familia aromática	Aroma	Molécula relacionada
Aromas Florales	Rosas	Linalol, nerol, teaspirano
	Flor de azahar	
	Madreselva	
Aromas especiados	Clavo	Eugenol
	Regaliz, anís	
Aromas frutales	Pomelo	3-mercaptohexan-1-ol
	Limón, cítricos	Linalol, citronelol
	Albaricoque	
	Manzana	Hexanoato de etilo
	Piña	
	Melón	
	Plátano	Acetato de isoamilo
	Melocotón	γ-nonalactona
	Pera	3-mercapto-3metilbutan-1-ol
	Mango	
	Maracuyá	3-mercaptohexan-1-ol
Aromas vegetales	Herbáceo	α - terpienol, 2-metoxi-3propilpirazina
	Eucalipto	Trans-1,8-terpinol
	Menta	isoforona
Aromas de frutos secos	Nuez	
	Avellana	
	Almendra	
	Miel	

Aromas caramelizados	Mantequilla	
	Toffe	
Aromas de provenientes de la madera	Tostado	3-hidroxi-2-metilpirona, maltol, guaiacol
	Vainilla	Vainillina
	Ahumado	
	Pan tostado	4-etilguaiacol, 3-metil-2-furanona
Aromas provenientes de la microbiología	Levaduras en flor	
	Lías	
	Caballo	
Aroma de oxidación	Manzana asada	Acetaldehído
	Licor	
	Verdura	Metionol, acetato de metionilo, disulfuro de dimetilo

1.6.2. LOS AROMAS VARIETALES

En lo que respecta a los aromas propios de las variedades, la determinación de la naturaleza química de éstos está llena de dificultades. Además, estos compuestos no solo deben estar presentes en la uva y en el vino, sino que deben encontrarse en concentraciones en las que su aislamiento e identificación sean factibles.

Dentro de cada una de las variedades podemos encontrar diferentes clasificaciones de los aromas varietales propuestos (Castillo y Casal del Rey, 2001):

- Aroma varietal puro: compuestos que han pasado inalterados de la uva al vino, lo que solo sería válido para aquellas uvas que tienen aromas muy definidos.
- Aroma fermentativo varietal: compuestos generados por la levadura y ligados al tipo de variedad de procedencia.

- Aroma fermentativo general: compuestos generados por las levaduras y cuyo nivel no está relacionado con la variedad de uva.

Esta tarea se ha simplificado parcialmente mediante la estimación del valor de la actividad odorante (OVA) de cada compuesto, el compuesto será detectado y contribuirá al aroma del vino, cuando la $OVA > 1$. Esta es la concentración de un compuesto dividida por su umbral de detección. Junto con este método tenemos el análisis de dilución del extracto aromático (AEDA), que nos permite detectar la importancia de un compuesto aromático.

Solo detectaremos los aromas que estén por encima de nuestro umbral olfatorio o umbral de reconocimiento. Entonces, entendemos por umbral olfatorio a aquella composición de compuestos que resulta suficiente para reconocerlos por su olor. Se mide, como se ha mencionado anteriormente, con el OAV y se calcula con la siguiente ecuación (Cedron Fernández, 2004)

$$OAV = \frac{C_x}{A_x}$$

Donde:

- C_x : es la concentración del compuesto en el vino.
- A_x : la concentración de umbral olfatoria del compuesto presente en el vino.

En relación con los aromas propios de la variedad Macabeo, según Escudero y col. (2004), de los 43 componentes con actividad odorante detectados con el método AEDA, los componentes con más poder odorante son:

- 2,6 dimetoxifenol: pertenece a la familia de los fenoles en el cual será sustituido el grupo fenol por dos grupos metoxi. Deriva de la pirolisis de la lignina.
- Guaiacol: es una monometoxibenzona que consiste en un fenol con un grupo metoxi en la posición orto, su función principal es de metabolito en la planta y derivado del catecol.
- 4,5 dimetil-3-hidroxi-2(5H)-furano: es una lactona y un componente aromático extremadamente fuerte con un típico olor a fenugreco o curry en altas concentraciones y aroma de sirope de alce, caramelo o azúcar quemado en bajas concentraciones.
- β - damascenona: olor a miel, frutal, fruta dulce, frutas rojas. Se encuentra en los vinos en gran parte como resultado del estrujado de la uva. Este compuesto también puede llamarse isoprenoide que deriva de los carotenoides presentes en las uvas.

- numerosos compuestos de fermentación.

En referencia a la prueba OAV, al menos 23 compuestos estaban presentes en concentraciones más altas que sus umbrales de detección, por lo que los componentes odorantes más importantes detectados fueron:

- β - damascenona: olor a miel, frutal, fruta dulce, frutas rojas. Se encuentra en los vinos en gran parte como resultado del estrujado de la uva. Este compuesto también puede llamarse isoprenoide que deriva de los carotenoides presentes en las uvas.
- 4-vinilguaiacol: se forma durante la vinificación a partir de los ésteres tartáricos de los ácidos *p*-cumárico y ferúlico, que mediante cinamil-esterasas proporcionan los ácidos cinámicos respectivos. Estos ácidos por descarboxilación producen el vinil-fenol mencionado. Los vinil fenoles por lo general dan olores desagradables; este en concreto nos transmite olores a humo.
- Numerosos compuestos derivados del subproducto del metabolismo de las levaduras en la fermentación.

1.6.3. LOS AROMAS DE LA BARRICA DE ACACIA

Los principales factores que afectan a la composición de la madera y a la concentración de los compuestos extraíbles de la madera son, por un lado, la especie, el origen geográfico y el tratamiento de silvicultura al que es sometido (Fernández de Simón y col., 2009). Por otro lado, el método usado para el secado, el grado de tostado y la edad de la barrica. (Fernández de Simón y col., 2009; Chatonnet y Dubourdieu, 1998).

Las reacciones de hidrotermólisis y pirólisis que ocurren durante el proceso de tostado inducen a la degradación de biopolímeros como la lignina, polisacáridos, polifenoles y lípidos. El proceso de la degradación técnica de la lignina produce la formación de fenoles volátiles, como el guaiacol y el eugenol, y aldehídos fenólicos, como la vainillina o el siringaldehído (Faix y col., 1990).

La barrica de acacia presenta numerosos compuestos volátiles, pero según Fernández de Simón y col. (2009) esta madera es la que presenta menos compuestos derivados de la lignina, de los carbohidratos y lípidos, siendo únicamente destacables el sinapaldehído (canela), coniferalcohol, 2,4-dihidroxibenzaldehído, coniferaldehído, siringaldehído y 3,4,5-trimetoxifenol.

En el perfil característico propio de la barrica de acacia según Fernández de Simón y col. (2009) solo podemos destacar dos componentes: el 3,4

dimetoxifenol y el 2,4 dihidrohibenzaldehido. Este perfil aromático se ve influido por el grado de tostado, aumentando la concentración de los componentes al aumentar el grado de tostado, sobre todo en los compuestos derivados de la lignina, y siendo aún más importante la diferencia entre un perfil tostado a otro no tostado. La madera tostada de acacia presenta unos mayores niveles de sinapaldehido, isopropiosiringona, coniferaldehido y siringaldehido en comparación con otras maderas.

2. OBJETIVOS

Los objetivos del presente trabajo fueron:

- Realizar dos elaboraciones en blanco con mosto de la variedad de uva de Macabeo: una en depósito inerte de acero inoxidable y otra en barrica de acacia.
- Comparar los parámetros enológicos generales entre los vinos ensayados.
- Comparar la composición volátil entre los vinos ensayados
- Analizar si se aprecian diferencias a nivel sensorial y si existe preferencia por alguno de los vinos.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. MATERIALES UTILIZADOS

El material usado para la elaboración de este vino fue un mosto de procedencia desconocida. Se recibió en la bodega un camión cisterna con 11.111 litros de mosto blanco de Macabeo, previamente desfangado y tratado con carbón enológico.

Por otro lado, se usaron cuatro barricas de madera de acacia con capacidad de 225 litros y con un tostado ligero. Las barricas eran de nuevo uso y se compraron específicamente para la realización de este experimento.

3.2. VINIFICACIONES EN BLANCO

Toda la masa de mosto se procesó en las mismas condiciones, con las mismas operaciones prefermentativas, pero se siguieron dos tipos de vinificaciones una vez fue inoculado el mosto (Figura 4).

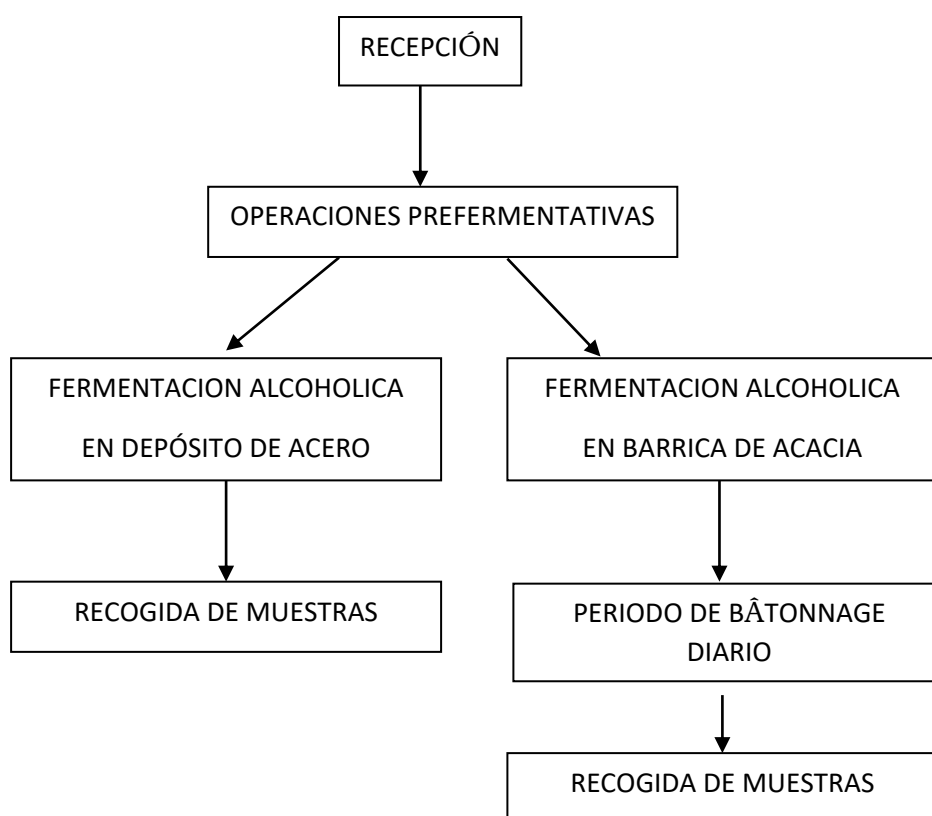


Figura 4: Diagrama de las fermentaciones seguidas

Después de la recepción, el mosto se trasladó por completo a un depósito de acero inoxidable donde, a todo el conjunto, se le realizaron los tratamientos previos a la fermentación. Los tratamientos fueron la acidificación del mosto y la inoculación de LSA.

La inoculación del mosto se realizó a 36 g/hl con levaduras Anchor vin 13 de Erbslöh, lo que debería de enriquecer al vino en tioles volátiles y esteres; está recomendada para variedades con poco aroma.

Además, se realizó una acidificación con ácido tartárico a 1,35 g/l y con ácido láctico a 0,135 g/l.

También se le añadieron levaduras inactivas con alto contenido en manoproteínas y polipéptidos tiólicos antioxidantes, Pro-blanco de Enartis, a una dosis de 5 g/hl. para evitar oxidaciones y facilitar el desarrollo de las levaduras en fermentación.

La fermentación se inició en un depósito de acero inoxidable. Para el día después de su arranque, realizar el llenado de las cuatro barricas. No se realizaron repeticiones de las vinificaciones debido a la falta de recursos, tanto del mosto usado como de las instalaciones y materiales empleados. En todo momento la temperatura del depósito se mantuvo controlada oscilando entre 16-22°C. Las barricas se mantuvieron en todo momento a una temperatura de entre 19-21°C.

De este modo, se consiguió realizar dos fermentaciones separadas en diferentes lugares:

- Fermentación del mosto en barrica, el cual se denominará como BB.
- Fermentación del mosto en depósito de acero inoxidable, cuya denominación será BDAI.

3.3. ANÁLISIS DE LOS PARÁMETROS GENERALES EN MOSTOS Y VINOS

Los parámetros medidos fueron diferentes tanto en el mosto como en el vino. En el mosto se midieron los parámetros de pH, acidez total y nitrógeno fácilmente asimilable, todos ellos se hicieron siguiendo los métodos oficiales propuestos por la OIV (Tabla 2). Todos los análisis se realizaron por duplicado.

Tabla 2: Métodos de análisis realizados en el mosto

Método usado	Parámetro medido	Unidades
CEE núm. 2676/90	acidez total	g/L de ácido tartárico
CEE núm. 2676/90	pH	unidades de pH
método Sørensen	NFA	mg/L

Los parámetros medidos en el vino fueron pH, siguiendo el método CEE núm. 2676/90, la acidez volátil por el método García-Tena, la acidez total mediante el método CEE núm. 2676/90, el grado con ebullometría y el anhídrido sulfuroso libre y total con un analizador automático y multiparamétrico (Y15, Biosystems). Todos se realizaron siguiendo los métodos oficiales de la OIV (1990).

3.4. ANÁLISIS DE LOS COMPUESTOS VOLÁTILES

El análisis de los compuestos volátiles se realizó solo en las muestras de vino.

Los análisis se llevaron a cabo en el Instituto de las Ciencias de la Vid y el Vino. Los compuestos volátiles se determinaron mediante cromatografía gaseosa con detector de masas (GC-MS) previa extracción líquido-líquido de la fracción volátil siguiendo el método desarrollado por Oliveira y col. 2008. Los análisis se realizaron con un cromatógrafo de gases modelo 7890B (Agilent Technologies, Waldbronn, Alemania) acoplado a un detector de masas inerte 7000 C. Se utilizó una columna capilar de Agilent J&W GC Columns (60 m de longitud, 0,25 mm de diámetro y 0,25 μ m espesor de la película), y las condiciones cromatográficas establecidas por el método de Oliveira y col. 2008.

La extracción se llevó a cabo con 15 mL de vino centrifugado a 4000 rpm, 15 minutos a 4 °C, después se cogieron 8 ml y se añadieron 400 μ L de CH₂CL₂ y 10 μ L de patrón interno, 2- octanol. Se agitó de forma suave durante 15 minutos para proceder a la separación del diclorometano. Después de eso, se colocó en el congelador 10 minutos y se centrifugó a 5000 rpm, 10 minutos a 4 °C. En ese momento en el fondo quedó el extracto, se tomó con una pipeta Pasteur y se llevó a un vial de HPLC con inserto desde el que se inyectó al cromatógrafo.

Se identificaron y cuantificaron 39 compuestos volátiles que se agruparon en las siguientes familias de compuestos químicos: alcoholes, alcoholes C6, acetatos, etil ésteres, fenoles volátiles, lactonas, aldehídos aromáticos, compuestos carbonílicos y compuestos azufrados.

Todos los análisis se realizaron por triplicado.

3.5. ANÁLISIS SENSORIAL

Además del análisis de los compuestos volátiles, se realizó una cata sensorial de los vinos por parte de las personas matriculadas en la asignatura de *Ampliación de Análisis Sensorial* del cuarto curso del grado en enología, el día 13 de marzo de 2019, con el fin de estudiar los atributos y como son percibidos. El panel de cata estaba formado por 16 catadores que se suponen con experiencia en el análisis sensorial de vinos.

La cata tuvo lugar en la sala de catas del campus Científico Tecnológico de la Universidad de la Rioja. Dicha sala cuenta con los estándares descritos en la norma ISO 8589 (1998).

Cada catador individualmente contó con una ficha de cata, realizada por mí, y además adecuada a los vinos que se iban a catar. Solamente se evaluó la fase olfativa, gustativa y retronasal. No se evaluó la fase visual debido a que las muestras fueron recogidas cuando el vino aún no estaba terminado, y, por lo tanto, había precipitado en la botella debido a que no se había clarificado ni estabilizado previamente.

La forma de evaluación fue descriptiva asignando puntuaciones del 1 al 5; el uno se corresponde a la ausencia de la característica y el cinco con la máxima intensidad de esta. Se realizó además una cata hedónica de preferencia.

Ambos vinos se presentaron a una temperatura de consumo de 15 °C en catadores reglamentados de acuerdo con la norma ISO 3591 (1977).

En la Tabla 3 se presenta la ficha de cata usada en el análisis sensorial realizado en los vinos.

Tabla 3: Ficha de cata usada en el análisis sensorial

					Intensidad de 1 (+baja) a 5 (+alta)	
Atributos del vino blanco (marcar con una cruz el grado de intensidad según la escala descrita)	Fase	1	2	3	4	5
1ª impresión (desagradable, fino, placentero, agradable, muy agradable)	olfativa					
Intensidad (media, baja alta)	olfativa					
Herbáceos (musgo,césped,vegetal)	olfativa					
Cítricos (limón, naranja, lima)	olfativa					
Frutas tropicales (piña, maracuyá)	olfativa					
Frutas frescas (fresa,manzana,melocotón)	olfativa					
Frutas maduras (purés, compotas)	olfativa					
Frutas pasas (orejones, pasas)	olfativa					
Floral (flores aromáticas)	olfativa					
Lácteos (leche, queso fresco, yogurt)	olfativa					
Dulces (vainilla, coco, canela)	olfativa					
Frutos secos (avellana, nuez)	olfativa					
Especias (pimienta, clavo, nuez moscada)	olfativa					
Madera (tostados, ahumados)	olfativa					
Químicos (sulfuroso, caucho, medicamento)	olfativa					
Reducción (presencia de sulfuros)	olfativa					
Oxidación (acetaldehído, manzanan asada)	olfativa					
1ª impresión en boca (desagradable, fino, placentero, agradable, muy agradable)	gustativa					
Sabor dulce (seco,abocado,generoso,dulce,empalagoso)	gustativa					
Sabor salado (insípido, poco salado, salado, muy salado)	gustativa					
Sabor ácido (plano, fresco, algo fresco, ácido)	gustativa					
Sabor amargo (ausente, poco amargo, amargo, muy amargo)	gustativa					
Equilibrio (muy poco, poco, bastante, equilibrado, muy equilibrado)	gustativa					
Astringencia (blando, poco, algo, astringente, muy astringente)	gustativa					
Cuerpo (sin cuerpo, débil, con cuerpo, robusto, pesado)	gustativa					
Alcohol (ligero, apenas cálido, cálido, muy cálido)	gustativa					
Paso por boca: aterciopelado, sedoso, suave, rugoso, duro.	gustativa					
Sensación final: poco agradable, agradable, fresco, muy agradable	gustativa					
Persistencia (muy corta, corta, media, larga, muy larga)						
Observaciones:						

3.6. ANÁLISIS ESTADÍSTICOS

Los parámetros volátiles no pudieron ser analizados estadísticamente debido a la falta de repeticiones de la vinificación en blanco.

Los resultados del análisis sensorial fueron evaluados mediante el programa estadístico XLSTAT 2014.4.10 integrado en Excell.

Debido a la falta de repeticiones de muestras de vino, y sabiendo que no se podrá hablar de diferencias significativas en la discusión, se hablará de diferencias, aunque no sea del todo correcto la terminología que se va a utilizar.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. ANÁLISIS DEL DESARROLLO DE LA FERMENTACIÓN

En la figura 5 se observa la evolución de la fermentación en ambos recipientes de fermentación. La evolución de la fermentación se controló midiendo la densidad del vino, con la ayuda de un densímetro calibrado.

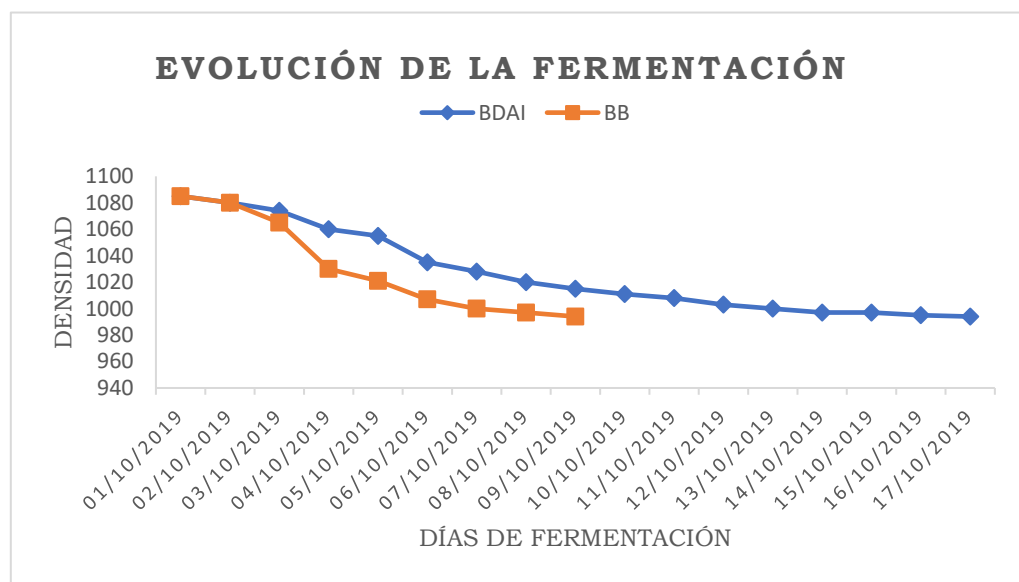


Figura 5: Evolución de la fermentación. BB: vino fermentado en la barrica de acacia.
BDAI vino blanco fermentado en el depósito de acero inoxidable

Según Peynaud (1989), la barrica constituye un recipiente ideal para el desarrollo de la fermentación alcohólica, porque en ella se realzan las mejores condiciones de desarrollo de las levaduras. Primeramente, por las condiciones de temperatura que es capaz de mantener, y segundo, por las condiciones de aireación que es capaz de crear. Es la mejor opción en lo que se refiere a la necesidad de aire de las levaduras, se obtienen poblaciones de levaduras muy fuertes y numerosas, lo que coincide con los datos obtenidos en la medida de evolución de la densidad en el transcurso de la fermentación en la barrica.

Como se observa en la figura 5, la fermentación en la barrica fue más rápida, con una duración de tan solo 9 días. Esto se debe a la constante entrada de aire a través de la barrica que hace que el desarrollo de las levaduras sea más rápido y eficiente, además de un punto clave para el dominio de una fermentación regular y completa (Delteil, 2000). Por el contrario, la no aireación del depósito de acero inoxidable hizo que la fermentación se alargara 17 días. La ralentización del final de la fermentación se debe a condiciones más difíciles de supervivencia y desarrollo de levaduras: menor cantidad de oxígeno (Delteil, 2000).

Las temperaturas de fermentación favorable para el buen desarrollo de ésta son más bajas en la vinificación de vinos blancos, y los vinos más finos se obtienen con una temperatura que no pasa de los 20°C. Con el control de la temperatura adecuada el inicio de la fermentación es más lento, así como el desarrollo de esta.

En los ensayos realizados en este TFG, la temperatura de ambos recipientes de fermentación se mantuvo en el rango de óptimo para la fermentación de vinos blancos, siendo de 16-21°C, por lo que se obtendrán una cantidad de compuestos aromáticos idóneos.

4.2. PARÁMETROS ENOLÓGICOS GENERALES

En la Tabla 4 se presentan los resultados de parámetros generales de los vinos fermentados en barrica (BB) y de los fermentados en acero inoxidable (BDAI).

Tabla 4: Resultados parámetros enológicos generales

Vino	pH	Ác. Total	Ác. Volátil	Grado alcohólico
BB	3,24±0,01	7,51±0,06	0,31±0,01	12,26±0,09
BDAI	3,22±0,01	7,41±0,01	0,31±0,01	12,34±0

BB: Vino blanco fermentado en la barrica de acacia. **BDAI:** Vino blanco fermentado en el depósito de acero inoxidable.
Ac. total, expresada en g/l de ácido tartárico. **Ac volátil**, expresada en g/l de ácido acético. **Grado alcohólico**, expresado en % volumen etanol por 100 L de vino

Como podemos ver en los datos de los parámetros enológicos generales, no se encontraron diferencias en las distintas variables analizadas.

En ambas muestras los valores de pH (Tabla 4) se encuentran dentro del rango de pH de los vinos blancos, siendo este de 3,00-3,30 (Ribereau-Gayon y col., 2003).

En cuanto a el grado alcohólico, no presentó diferencias, lo que corrobora la similitud de la procedencia del mosto a fermentar.

La acidez volátil de un vino de mesa seco, sano y recién fermentado se encuentra entre 0,2 y 0,4 g/l (Ribereau-Gayon, 1961). Aunque suele expresarse en contenido de ácido acético, la acidez volátil incluye todos los ácidos destilables al vapor presentes en el vino como son el dióxido de carbono, el dióxido de azufre y, en menor grado, los ácidos fórmicos, butírico y propiónico (Zoecklein y col., 2001).

4.3. ANÁLISIS DE COMPUESTOS VOLÁTILES

Se analizaron un total de 39 compuestos volátiles agrupados por familias químicas, siendo estas: alcoholes (11), alcoholes C6 (2), ácidos (8), compuestos carbonílicos (1) acetatos (8), lactonas (2), fenoles volátiles (4), etil ésteres (1) y furanos (2). La concentración total de los compuestos volátiles se calculó sumando las concentraciones de los 39 compuestos volátiles analizados

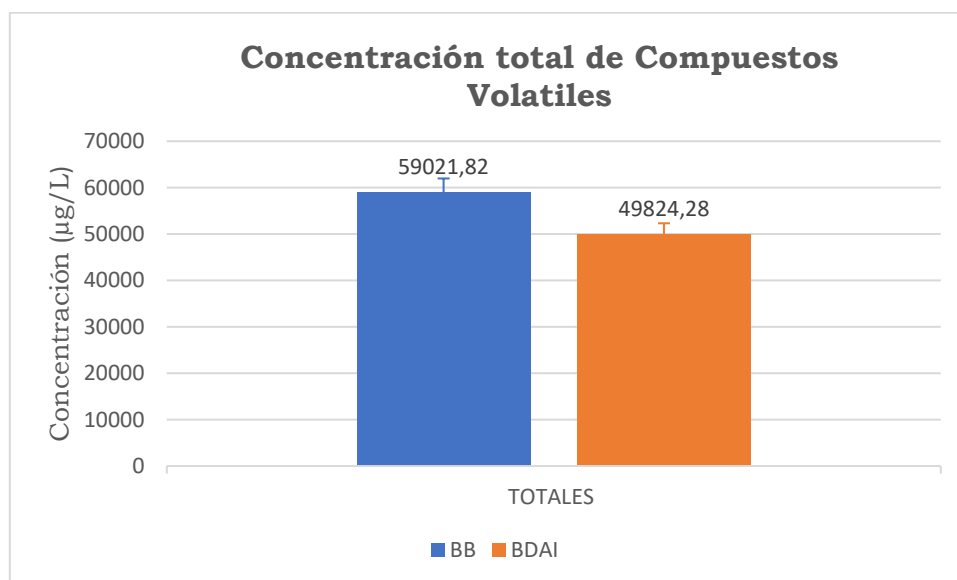


Figura 6: Compuestos volátiles totales. BB: vino fermentado en la barrica de acacia. BDAI vino blanco fermentado en el depósito de acero inoxidable

Como se observa en la figura 6, la muestra procedente del vino blanco fermentado en la barrica de acacia tiene un 15,58% más de compuestos volátiles.

En la Figura 7 se representa la distribución por familias de compuestos volátiles de los vinos.

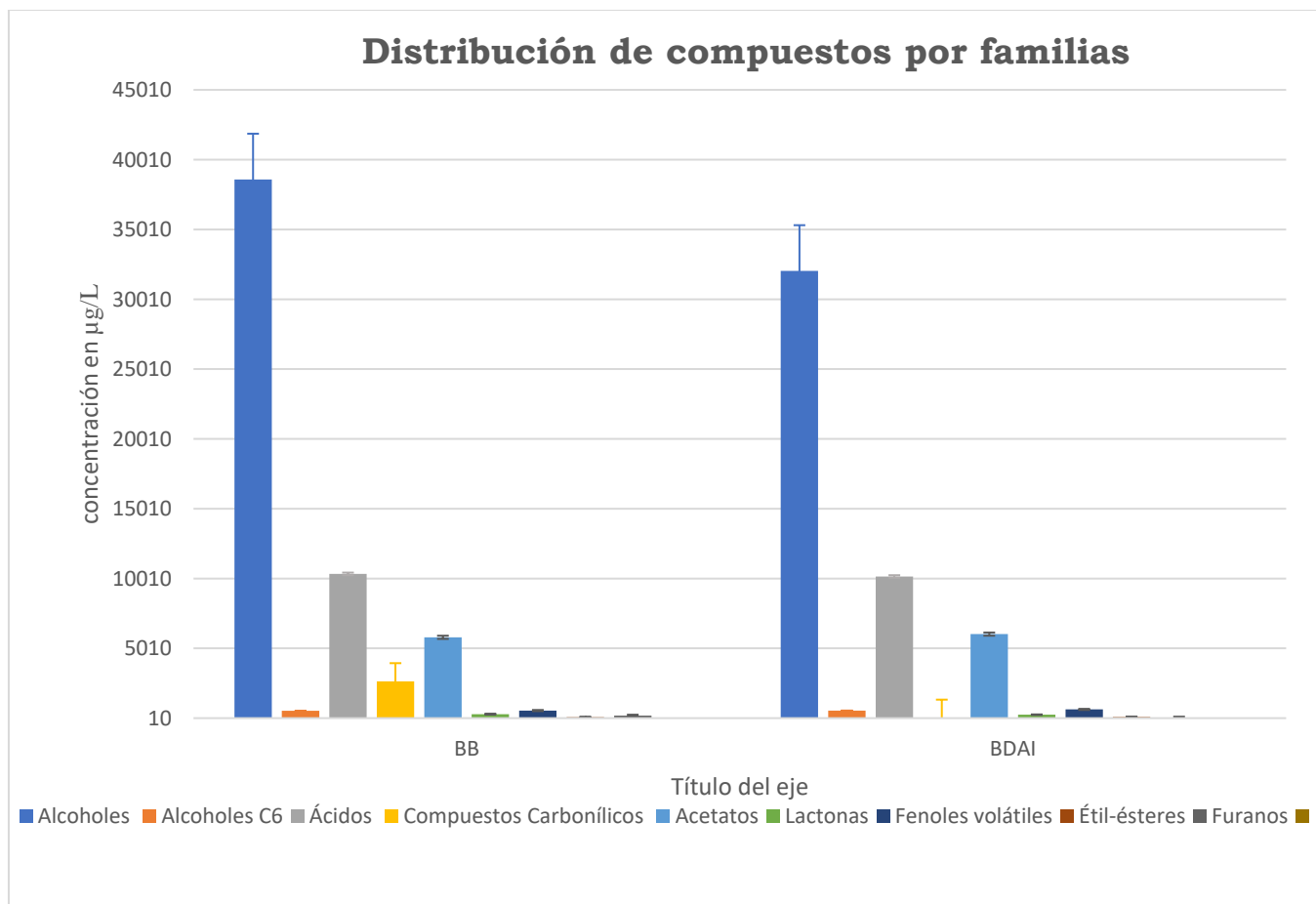


Figura 7: Distribución por familias de compuestos volátiles. BB: vino fermentado en la bodega de acacia. BDAI vino blanco fermentado en el depósito de acero inoxidable

Como se ve en la figura 7, las familias que más aportación tuvieron en la composición volátil son las de los ácidos, los alcoholes y los acetatos.

Los alcoholes representaron el 65,38% en el blanco fermentado en bodega frente al 64,30% en el blanco fermentado en el depósito, por lo que se puede decir que no se encontraron diferencias entre ambos.

En referencia a la familia de los acetatos, hay un porcentaje de 9,8% en el vino de la bodega y un 12,09% en el vino elaborado en depósito.

En lo que respecta a los ácidos, en el caso del vino blanco fermentado en bodega el porcentaje de estos fue del 17,51%, y para el vino blanco fermentado en el depósito de acero inoxidable fue del 20,38%.

El resto de las familias químicas se encontraron en porcentajes muy bajos, que no tuvieron tanta influencia en la composición volátil de ambos vinos.

Tabla 5: Concentración en µg/L compuestos volátiles

Familia	Compuesto	BB	SD	BDAI	SD
ALCOHOLES	Isobutanol	1213,87	100,05	813,24	91.59
	1-butanol	37,36	1,56	38,42	2.85
	Isoamilalcohol	22911,24	680,23	19277,90	1915.80
	4-metil-pentanol	25,65	4,28	19,77	1
	2-etilfenol	-	-	-	-
	Alcohol bencílico	19,65	4,50	22,94	-
	3-metil-1-pentanol	25,41	0,69	27,65	6.41
	2-3 butanodiol	160,07	40,59	76,52	10.57
	Furfuril alcohol	-		-	
	3-metiltiopropanol	41,78	8,44	45,59	6.74
	Fenil etil alcohol	14159,17	741,76	11819,85	761,97
Alcoholes totales		38594,2		32041,88	
ALCOHOLES C6	1-hexanol	387.43	1,64	400,46	21.83
	z-3-hexenol	144.39	2,60	144,72	4,24
Alcoholes c6 totales		531,82		545,18	
ÁCIDOS	Ac. Butírico	250,17	26,47	263,91	3,03
	Ac.2,3metil butanoico	-	-	-	-
	Ac.hexanoico	1231,30	52,07	1255,56	65,65
	Ac. láctico	69,97	5,76	69,13	3,31

	Ac. octanoico	7512,11	11,01	7218,01	243,26
	Ac. succínico	140,80	2,74	126,90	16,93
	Ac acético	-	-	-	
	Ac. decanoico	1135,87	45,08	1220,86	174,19
Ácidos totales		10340,22		10154,37	
COMPUESTOS CARBONILICOS	Acetoina	2640	3,96	26,60	1,92
Compuestos carbonílicos totales		2640		26,60	
ACETATOS	acetato de isoamilo	1626,66	31,04	1720,49	24,23
	Hexanoato de etilo	865,49	11,13	842,81	4,81
	Lactato de etilo	732,61	38,47	673,65	52,64
	Octanoato de etilo	554,09	1,36	722,87	11,85
	Succinato de dietilo	1434,85	30,54	1431,94	4,71
	2 -fenil acetato	271,50	1,12	232,71	5,33
	Malato de dietilo	313,59	12,18	268,75	22,14
	Ac. pentanoico, 4- oxo etil ester	-	-	63,89	2,81
Acetatos totales		5798,79		6027.4	
LACTONAS	Wiskylactona	-	-	-	-
	γ – decalactona	295,42	9,71	256,27	14,17
Lactonas totales		295,42		256,27	

FENOLES VOLÁTILES	Etilguayacol	-	-	-	-
	Eugenol	-	-	-	-
	4-vinil fenol	551,98	69,18	633,06	42,81
	2-etifenol	-	-	-	-
Fenoles volátiles totales		551,98		633,06	
ETIL ESTERES	Ac. butanoico 2-etil 1,2,3 propanoetil éster	83,39	6,49	93,81	12,45
Etil esteres totales		83,39		93,81	
FURANOS	Furfural	147,53	7,42	17,94	0,68
	5-metil furfural	38,54	6,99	27,77	5,70
Furanos totales		186,07		45.71	

Alcoholes: los tres alcoholes mayoritarios fueron el isobutanol, el isoamilaocohol y el fenil etil alcohol. El isobutanol, que proporciona una sensación alcohólica en boca, se encontró por debajo de su umbral de detección 40.000 µg/L (Francis y Newton, 2005). El isoamilalcohol, también se encontró por debajo de su umbral de detección 30000 µg/L (Francis y Newton, 2005), siendo este alcohol es típico generado en la fermentación. El tercero más abundante fue el fenil etil alcohol por encima del umbral de detección, 14000 µg/L, lo que proporciona un aroma a bombón inglés, miel y rosas (Aznar y col., 2003).

La producción de alcoholes superiores está muy influenciada por las cepas de levadura. Según Catania y Avagnina (2007), las cepas de *Saccharomyces cerevisiae* son las que producen mayor cantidad.

Ácidos: cómo se puede ver en la tabla 5, no se encontraron diferencias entre las concentraciones de ácidos en ambos vinos. La importancia de los ácidos en el vino va ligada a la longitud de su cadena, cuando ésta se encuentra entre 2 y 10 átomos de carbono, porque son precursores de esteres aromáticos de olores mayoritariamente frutales (Versini y col., 2002).

Los tres ácidos mayoritarios encontrados en el análisis fueron: ácido hexanoico, ácido decanoico y ácido octanoico.

El ácido hexanoico, con un umbral de percepción de 420 µg/L (Francis y Newton, 2005). El segundo fue el ácido decanoico, con un umbral de detección de 1000µg/L (Francis y Newton, 2005). Por último, el octanoico con un umbral de detección de 500 µg/L (Francis y Newton, 2005).

Los tres se encontraron en concentraciones superiores de su umbral de percepción, pudiendo proporcionar aromas considerados como desagradables como son olor a rancio, a sudor y a queso.

Acetatos: todos los acetatos encontrados en el análisis estaban por encima del umbral de detección. Es por ello por lo que encontraremos un gran aroma frutal, característico de esta familia de compuestos.

El compuesto más destacado fue el acetato de isoamilo, el cual proporciona un marcado aroma a plátano (Francis y Newton, 2005).

No se observaron diferencias en la cantidad y la composición de acetatos en los vinos.

Lactonas: la única lactona presente en ambos vinos fue la γ-decalactona. En ambos vinos se encontró muy por encima de su umbral de detección, siendo este de 88 µg/L (Pérez-Oliveiro y col., 2014), por lo que aportará al vino un marcado olor a melocotón.

Fenoles volátiles: el 4-vinil fenol es el único compuesto perteneciente a esta familia encontrado en el análisis. La concentración está muy por encima de su umbral de detección, siendo 180 µg/L (Ferreira y col., 2000), por lo que habrá un cierto olor fenólico presente en los vinos.

Furanos: ambos furanos presentes se encontraron por debajo de su umbral de percepción, por lo que no tendrán influencia en el aroma de los vinos blancos analizados.

Se puede ver en la tabla 5 que el furfural está en mayor concentración en el vino blanco fermentado en la bodega, pero muy por debajo del umbral de detección, que es de 14100 µg/L (San Juan y col., 2012)

4.4. RESULTADO DEL ANÁLISIS SENSORIAL

4.4.1. FASE GUSTATIVA

En la Figura 8 se observa la representación gráfica del perfil gustativo.

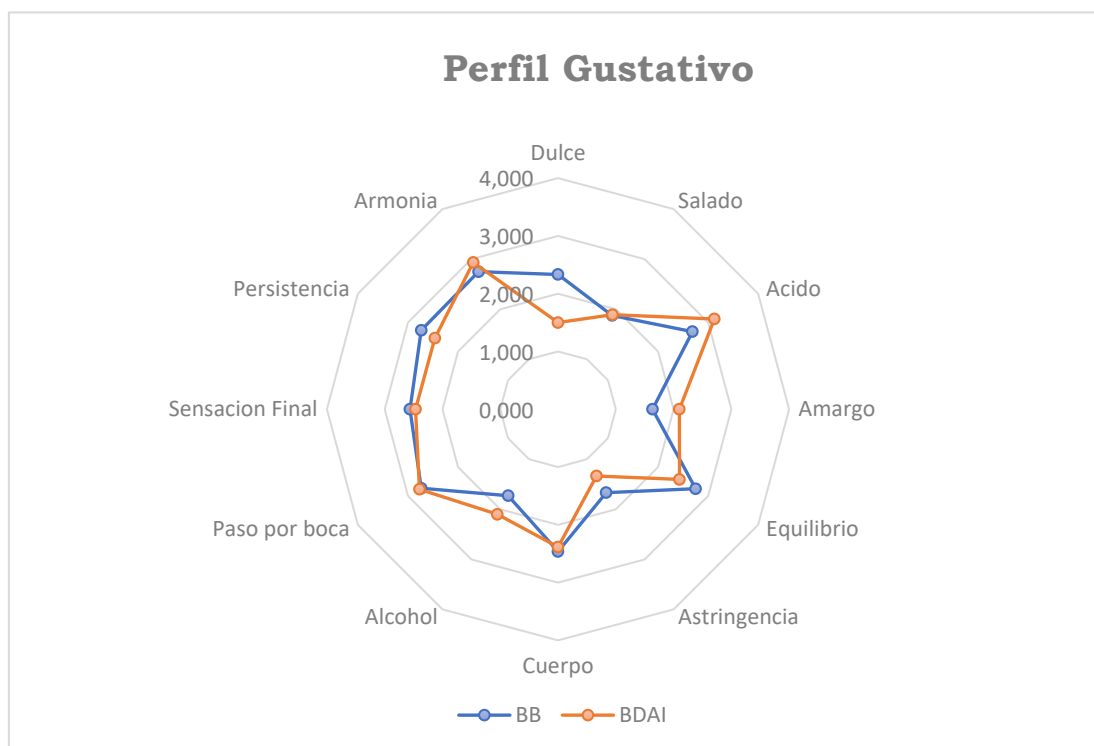


Figura 8: Diagrama radial de la fase gustativa en el análisis sensorial BB: vino fermentado en la barrica de acacia. BDAI vino blanco fermentado en el depósito de acero inoxidable

El vino del depósito de acero inoxidable presentó una mayor acidez y menor astringencia (Figura 8), debido a que no estuvo en contacto con la madera, lo que no le proporcionó ningún tipo de tanino, compuesto responsable de la astringencia.

Además, el vino fermentado en barrica presentó una mayor sensación de dulzor debido a que tiene una menor acidez. Esto sucede porque hay interferencias en el equilibrio entre los sabores, de modo que aquellos vinos con mayor acidez parecen ser menos dulces en boca. Del mismo modo, cuando más amargos sean los vinos, menor será la sensación de dulzor.

4.4.2. FASE OLFATIVA

En la Figura 9 observamos la representación gráfica del perfil aromático.

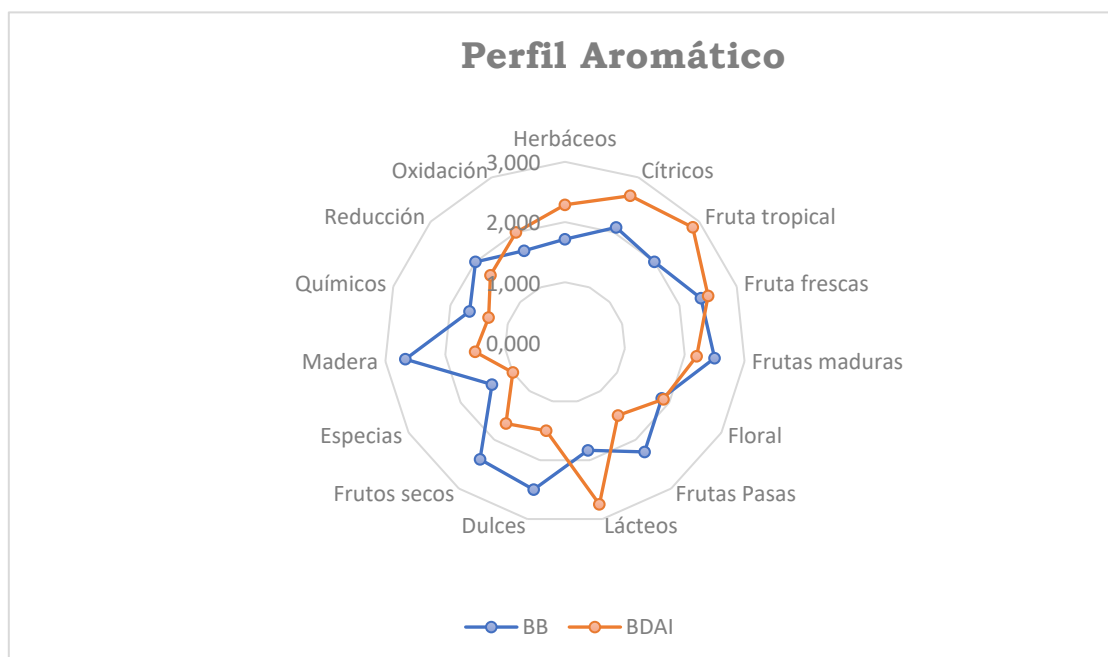


Figura 9: Diagrama radial de la fase olfativa en El análisis sensorial .BB: vino fermentado en la barrica de acacia. BDAI vino blanco fermentado en el depósito de acero inoxidable

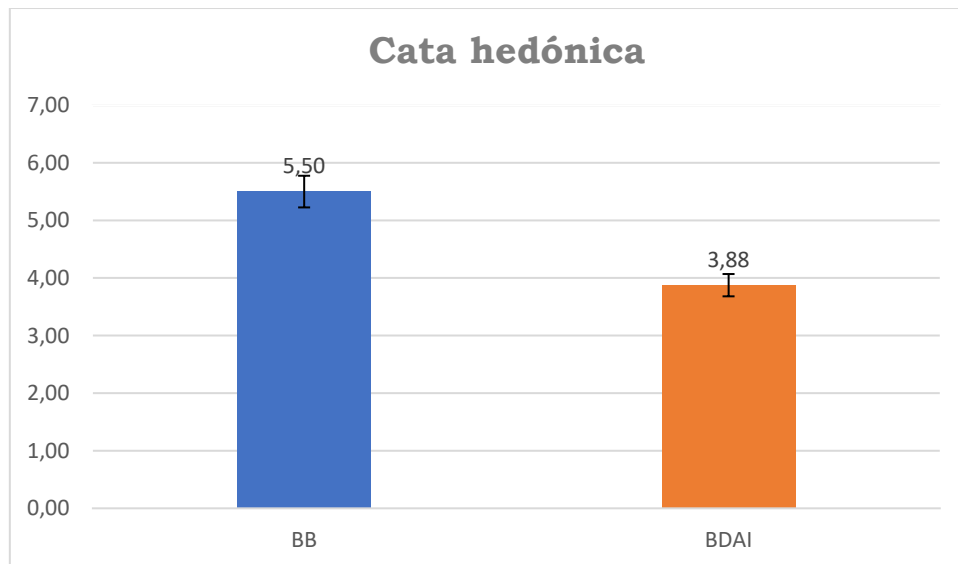
El panel de cata identificó una buena intensidad aromática en ambos vinos, siendo el de mayor intensidad en el blanco fermentado en la barrica.

En el vino fermentado en el depósito de acero inoxidable, destacaron los aromas de la serie frutal, tanto la tropical como la fresca y madura. Además de esta serie también destacó el aroma a los lácteos.

En el vino fermentado en la barrica de acacia destacaron los aromas de madera, junto con frutos secos y especias, lo cual concuerda con un vino elaborado en presencia de madera.

4.4.3. CATA HEDÓNICA

En la figura 10 se pueden observar las puntuaciones de cada uno de los vinos en la cata hedónica.



*Figura 10: Sumatorio preferencias cata hedónica. BB: vino fermentado en la barrica de acacia.
BDAI vino blanco fermentado en el depósito de acero inoxidable*

En cuanto a la cata hedónica, como se observa en la figura 10, ambos vinos recibieron puntuaciones bajas, teniendo preferencia el vino blanco fermentado en la barrica de acacia (5,50) frente al fermentado en el depósito de acero inoxidable (3,88).

5. CONCLUSIONES

Como consecuencia de todos los análisis realizados para elaborar el presente trabajo fin de grado se obtuvieron las siguientes conclusiones:

- La fermentación de la variedad Macabeo en los diferentes recipientes usados (acero inoxidable y barrica de acacia) no produjo diferencias en los parámetros enológicos generales de los vinos.
- No se han encontrado diferencias entre la composición volátil de ambas elaboraciones, por lo que la fermentación en barrica no alteró la cantidad de compuestos volátiles presentes en el vino, siendo los compuestos mayoritarios los alcoholes.
- En la cata hedónica hubo una preferencia clara por el vino fermentado en la barrica de acacia.
- En el análisis sensorial se mostraron las siguientes diferencias: el vino blanco fermentado en barrica obtuvo más aromas especiados, de frutos secos y madera frente a aromas de la serie frutal encontrados en el vino fermentado en el depósito de acero inoxidable.
- Se pudo establecer correspondencia entre la cantidad de acetatos encontrada y el aroma frutal presente en el vino blanco fermentado en el depósito de acero inoxidable. Sin embargo, no se pudo establecer correspondencia entre el aroma de madera encontrado por el panel de catadores y la composición de los compuestos volátiles.

6. BIBLIOGRAFÍA

- BUENO, J.E.; PEINADO, R.; MORENO, J.; MEDINA, M.; MOYANO, I.; ZEA, I. 2003. Selection of volatile aroma compounds by statistical and enological criteria for analytical differentiation of musts and wines of two grape varieties. *Journal of Food Science* 68, 1.
- CABELLO SÁENZ DE SANTA MARÍA, F. 2011. Variedades de vid en España. Madrid, Spain. Editorial agrícola D.L.
- CADAHÍA, E.; FERNÁNDEZ DE SIMÓN, B.; JALOA, J. Volatile compounds in Spanish, French and American oak wood after natural seasoning and toasting. *J. Agric. Food Chem.* 2003, 51, 5923–5932.
- CASAL DEL REY, J.; CASTILLO, F. 2001. Análisis sensorial y cata de los vinos de España, Madrid, Spain: unión agrícola de catadores: editorial agrícola española.
- CATANIA, C.; AVAGNINA, S. 2007. Los aromas responsables de la tipicidad y de la vinosidad. Curso Superior de Degustación de vinos. EEA Mendoza. INTA.
- CEDRÓN, MT. 2004. Estudio analítico de compuestos volátiles en vino. Caracterización quimiométrica de distintas denominaciones de origen. Universidad de La Rioja, Logroño
- CHATONNET, P.; BOIDRON, J. N.; PONS, M. 1989. Incidence du traitement thermique du bois de chêne sur sa composition chimique. 2e Partie: Evolution de certains composés en fonction de l'intensité debrulage. *Connaiss. Vigne Vin* 23, 223–250.
- CHATONNET, P., & DUBOURDIEU, D. (1998). Identification of substances responsible for the 'sawdust' aroma in oak wood. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 76(2), 179e188
- CULLERÉ, L.; FERNÁNDEZ DE SIMÓN, B.; CADAHÍA, E.; FERREIRA, V.; HERNÁNDEZ-ORTE, P.; CACHO, J. 2013. Characterization by gas chromatography-olfatometry of the most odor-active compounds in extracts prepared from acacia, chestnut, cherry, ash and oak Woods. *LWT-Food Science and Technology* 53, 240-248.
- DELTEIL, D.2000. Les différents rôles de l'oxygène. *Revue des OEnologues*, n°94, 21-23.
- ESCUADERO, A.; GOGORZA, B.; MELUS, M.A.; ORTIN, N.; CACHO, J.; FERREIRA, V. 2004. Characterization of the aroma of a wine from Maccabeo. Key role played by compounds with low odor activity value. *J. Agric. Food Chem.* 52: 3516–3524.

- FAIX, O., MEIER, D., FORTMANN, I. (1990). Thermal degradation products of wood. Gas chromatographic separation and mass spectrometric characterization of monomeric lignin derived products. *Holz als Roh- und Werkstoff*, 48, 281-285
- FERNANDEZ DE SIMON, B.; ESTERUELAS, E.; MUÑOZ, A.; CADAHÍA, E.; SANZ, M. 2009. Volatile compounds in acacia, chestnut, cherry, ash, and oak Woods, with a view to their use in cooperage. *J. Agric. Food Chem.* 57, 3217-3227.
- FERREIRA, V. 2007. La base química del aroma del vino: Un viaje analítico desde las moléculas hasta las sensaciones olfato-gustativas. *Real Academia de Ciencias. Zaragoza* 62, 7-36.
- FERREIRA, V.; LOPEZ, R.; CACHO J.F. 2000. Quantitative determination of odorants of young red wines from different grape varieties. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 80: 1659-1667
- FRANCIS, I.L.; NEWTON, J.L. 2005. Determining wine aroma from compositional data. *Australian Journal of grape and Wine Research* 11, 114-126.
- HIDALGO, J. Tratado de Enología. 2ª Edición. Tomo I. 2011. Ediciones Mundi Prensa
- HIDALGO, J. Tratado de Enología. 2ª Edición. Tomo II. 2011. Ediciones Mundi Prensa
- JACKSON, R. 2009. Análisis sensorial de vinos: manual para profesionales. Zaragoza, Spain: Acribia.
- MÉNDEZ, M.L. 2009. El aroma del vino. Isagóge, 6
- PÉREZ-COELLO, M. S.; SANZ, J.; CABEZUDO, M. D. 1998. Gas chromatographic-mass spectrometric analysis of volatile compounds in oak wood used for ageing of wines and spirits. *Chromatographia* 47 (7/8), 427-432.
- PEYNAUD, E. 1987. El gusto del vino. Madrid, Spain: Mundi-Prensa.
- PEYNAUD, E.; BLOUIN, J. 2004. Enología práctica: conocimiento y elaboración del vino. Madrid, Spain: Mundi prensa
- RIBÉREAU-GAYON, P.; GLORIES, Y.; MAUJEAN, A.; DUBOURDIEU, D. Tratado de enología: química del vino, estabilización y tratamientos. Tomo II. 2003. ediciones Mundi Prensa.
- VERSINI, G.; CARLIN, S.; DALLA SERRA, A.; NICOLINI, G.; RAPP, A. 2002. Formation of 1,1,6-trimethyl-1,2-dihydronaphthalene and other norisoprenoids in wine: Considerations on the kinetics. In Carotenoid-

Derived Aroma Compounds. P. Winterhalter and R. Rouseff (eds.), pp. 285-299. ACS Symp. Series 802. Am. Chemical Society, Washington, DC.

ZOECKLEIN, B.; FUGELSANG, K.; GUMP, B.; NURY, F. 2001. Análisis y producción de vino. Zaragoza, Spain. Acribia.